

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 27 MAY 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

102 14 117.7

**Anmeldetag:**

28. März 2002

**Anmelder/Inhaber:**

Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:**Adaptive Modulation und andere Erweiterungen  
der physikalischen Schicht in Mehrfachzugriff-  
systemen**IPC:**

H 04 L 12/413

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. Mai 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Wehner



## Beschreibung

Adaptive Modulation und andere Erweiterungen der physikalischen Schicht in Mehrfachzugriffssystemen

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Senden von Datensignalen in einem Kommunikationssystem mit zentral oder dezentral organisiertem Zugriff auf das Übertragungsmedium unter Verwendung mehrerer Übertragungsmodi. Insbesondere  
10 betrifft die vorliegende Erfindung ein Signalisierungsschema zur adaptiven Modulation in einem CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance) basierten Zugriffssystem.

Ein gravierendes Problem bei der Mobilfunkübertragung ist die  
15 Frequenzselektivität der Mobilfunkkanäle. Die Frequenzselektivität, hervorgerufen durch Mehrwegeausbreitung mit großen Laufzeitdifferenzen, bewirkt starke lineare Verzerrungen des Empfangssignals, die den Einsatz aufwendiger Entzerrer oder einer Viterbi-Detektion erforderlich machen. Ein geeignetes  
20 Mittel, den Nachteilen frequenzselektiver Kanäle entgegenzuwirken, ist die sogenannte Adaptive Modulation (AM), die im Folgenden näher beschrieben wird.

Adaptive Modulation wird in OFDM-Systemen (Orthogonal Frequency Devision Multiplexing) dazu verwendet, die Nachteile frequenzselektiver Fading-Kanäle zu reduzieren. Dabei werden die Daten über einzelne Subträger übertragen.

Das Prinzip der adaptiven Modulation sei im Folgenden kurz  
30 erläutert. Der Sender überträgt über den Funkkanal Daten zu einem Empfänger. In dem Sender werden die zu sendenden Daten zunächst durch einen Codierer und Interleaver codiert und verschachtelt. Anschließend werden die Daten je nach Kanaleigenschaft mit unterschiedlicher Modulationswertigkeit modu-  
35 liert. Geeignete Modulationsalphabete/verfahren hierfür sind z. B. die bekannten Amplitude/Phase-Shift-Keying-Verfahren BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM usw. mit den jeweiligen Modulati-

- onswertigkeiten 1, 2, 4 und 6. Bei hohem Signal/Rausch-  
Abstand ist der jeweilige Subträger mit einer hohen Bitzahl  
zu modulieren, während bei einem geringen Signal/Rausch-  
Verhältnis eine geringe Bitzahl genügt. Das Signal/Rausch-  
5 Verhältnis wird üblicherweise in dem Empfänger geschätzt und  
für die einzelnen Subträger in eine sogenannte Bit-Loading-  
Tabelle umgesetzt. Beispielsweise kann eine solche Bit-  
Loading-Tabelle Informationen über das Signal/Rauschver-  
hältnis oder alternativ die angeforderte Modulationswertig-  
10 keit für jeden einzelnen Subträger enthalten. Diese Bit-  
Loading-Tabelle wird dem Sender übermittelt, so dass dieser  
einen Demultiplexer DEMUX und einen Multiplexer MUX für die  
Adaptive Modulation entsprechend ansteuern kann.
- 15 Der Demultiplexer DEMUX leitet den vom Interleaver erhaltenen  
Bit-Strom an den jeweils einer bestimmten Modulationswertig-  
keit zugeordneten Modulator  $MOD_1, \dots, MOD_{n-1}, MOD_n$ . Dabei kann  
der Modulator  $MOD_1$  beispielsweise ein BPSK-Modulator und der  
Modulator  $MOD_n$  ein 64 QAM-Modulator sein. Die nach der jewei-  
20 ligen Modulation erhaltenen Zeiger werden dann durch den Mul-  
tiplexer MUX, der ebenfalls über die Bit-Loading-Tabelle ge-  
steuert wird, einer Inversen Fast-Fourier-Transformation IFFT  
unterzogen. Dort werden die Zeiger auf den jeweiligen Subträg-  
er für die Übertragung umgesetzt und anschließend auf die  
25 Trägerfrequenz hochmoduliert.

- Im Empfänger läuft dieser Prozess im Wesentlichen umgekehrt  
ab. Zunächst werden die Daten über eine Fast-Fourier-Trans-  
formation von den einzelnen Subträgern als Zeiger gewonnen.  
30 Ein anschließender Demultiplexer DEMUX weist die Daten ent-  
sprechend der Bit-Loading-Tabelle dem geeigneten Demodulator  
zu. Der vom Demodulator  $DEMOD_1, \dots, DEMOD_{n-1}, DEMOD_n$  gewonnene  
Bit-Strom wird über einen Multiplexer MUX einem Deinterleaver  
und Kanaldecodierer zugeführt.

35

Wie bereits erwähnt, ist für die adaptive Modulation die ge-  
wünschte Bit-Loading-Tabelle vom Sender zum Empfänger zu ü-

bertragen. Ein wesentlicher Punkt dabei ist, dass die Bit-Loading-Tabellen typischerweise im Empfänger auf der Basis von RSSI (Radio Signal Strength Indication) und SNR (Signal to Noise/Interference Ratio) berechnet und dem Sender über-  
5 mittelt werden müssen. Für ein TDD-Schema (Time Division Duplex) wird üblicherweise ein WSS-Kanal (White Sense Stationary) für einen Zeitraum, in dem die Bit-Loading-Tabelle gültig ist, angenommen.

- 10 In dem Standard IEEE 802.11a sind die Mediumzugriffssteuerung (Medium Access Control, MAC) und physikalische Charakteristika für Funk-LAN-Systeme spezifiziert. Eine Mediumzugriffs-  
steuereinheit gemäß diesem Standard soll die Komponenten einer physikalischen Schicht abhängig von der Verfügbarkeit des  
15 Spektrums hinsichtlich ihrer Zugangsberechtigung zum Übertragungsmedium unterstützen.

- Prinzipiell stehen zwei Koordinationsmöglichkeiten für den Zugriff zur Verfügung: die zentrale und die dezentrale  
20 Zugriffsfunktion. Bei der zentralen Zugriffsfunktion (Point Coordination Function, PCF) ist die Koordinationsfunktionslogik nur in einer Station beziehungsweise in einem Terminal einer Gruppe von Terminals (Basic Service Set, BSS) aktiv, solange das Netzwerk in Betrieb ist. Demgegenüber ist bei einer  
25 dezentralen Zugriffsfunktion (Distributed Coordination Function, DCF) die gleiche Koordinationsfunktionslogik in jeder Station beziehungsweise jedem Terminal der Terminalgruppe aktiv, solange das Netzwerk in Betrieb ist.

- 30 Figur 1 zeigt hierzu die Datenrahmenstruktur für den Datenaustausch eines dezentralen Zugriffssystems (DCF) nach dem Standard IEEE 802.11. Hinsichtlich der im vorliegenden Dokument verwendeten Abkürzungen und Begriffe wird auf diesen Standard verwiesen. Gemäß Figur 1 sind an der Kommunikation  
35 beteiligt: ein Sender, ein Empfänger und andere. Nach einer Wartezeit, dem sogenannten DCF Interframe Space (DIFS), überträgt der Sender an das Netz ein RTS-Signal (Ready to Send).

Nach einer kurzen Wartezeit (Short Interframe Space, SIFS) sendet der Empfänger das CTS-Signal (Clear to Send) mit dem er seine Empfangsbereitschaft andeutet. Wiederum nach einer kurzen Wartezeit SIFS schickt der Sender die zu übermittelnden Daten Data ins Netz. Nach der Übertragung und einer Wartezeit SIFS bestätigt der Empfänger den Erhalt der Daten mit der Bestätigungsnachricht ACK (Acknowledge). Die Wartezeiten SIFS und DIFS betragen dabei 16  $\mu$ s beziehungsweise 34  $\mu$ s.

10 Bei den anderen Kommunikationsteilnehmern wird auf Initiative des RTS- oder CTS-Signals der Vektor NAV (Network Allocation Vector) gesetzt, der angibt, wie lange eine Übertragung auf das Funkmedium (Wireless Medium) von der jeweiligen Station nicht durchgeführt werden kann.

15 Der Zugriff auf das Funksystem ist erst wieder möglich, wenn nach der Bestätigung ACK des Empfängers die Wartezeit DIFS vergangen ist. In dem anschließenden Wettbewerbsfenster, dem sogenannten "Contention Window" findet zur Kollisionsvermeidung eine Verzögerung um eine zufällige Backoff-Zeit statt.

20

In Figur 2 sind die Frame- beziehungsweise Datenpaketformate der in Figur 1 dargestellten Frames aufgezeigt. In diesem Zusammenhang von Bedeutung ist insbesondere das Zusammenspiel zwischen Sender und Empfänger und damit die jeweilige Adressierung. So findet sich in dem RTS-Frame die Sendeadresse TA (Transmitter Address) mit sechs Oktetten kodiert wieder. Ebenso ist in dem CTS-Frame die Empfängeradresse mit sechs Oktetten kodiert. Der Data-Frame, der vom Sender abgeschickt wird, enthält in dem Adressblock "Address 2" die Zieladresse. Der vom Empfänger zur Bestätigung zurückgesandte ACK-Frame enthält wiederum die Empfängeradresse RA (Receiver Address), so dass der Sender die Bestätigung eindeutig zuordnen kann.

35 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Kanalkapazität in einem Kommunikationssystem zu erhöhen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen ein Verfahren zum Senden von Datensignalen in einem Kommunikationssystem mit dezentral organisiertem Zugriff auf das Übertragungsmedium unter Verwendung mehrerer Übertragungsmodi, durch Senden mindestens eines Pilotsignals vom Sender zum Empfänger, Berechnen einer Zuordnungstabelle bezüglich der Übertragungsmodi anhand der empfangenen Pilotsignale durch den Empfänger, Senden der Zuordnungstabelle vom Empfänger an den Sender und Senden der Datensignale unter Anwenden eines der Übertragungsmodi gemäß der Zuordnungstabelle vom Sender zum Empfänger oder vom Empfänger zum Sender.

Ferner wird zur Lösung der obigen Aufgabe bereitgestellt ein Verfahren zum Senden von Datensignalen in einem Kommunikationssystem mit zentral organisiertem Zugriff auf das Übertragungsmedium unter Verwendung mehrerer Übertragungsmodi, durch Senden mindestens eines Pilotsignals vom Sender zum Empfänger, Berechnen einer Zuordnungstabelle bezüglich der Übertragungsmodi anhand der empfangenen Pilotsignale durch den Empfänger, Senden der Zuordnungstabelle vom Empfänger an den Sender und Senden der Datensignale unter Anwenden der in der Zuordnungstabelle übermittelten Übertragungsmodi gemäß der Zuordnungstabelle vom Empfänger zum Sender.

Somit kann adaptive Modulation auch in Mehrfachzugriffssystemen, beispielsweise dem CSMA-System (Carrier Sense Multiple Access) auf der Basis des erfindungsgemäßen Bit-Loading-Signalisierungsschemas angewendet werden. Für die adaptive Modulation ist es jedoch unbedingt erforderlich, dass die gewünschten Bit-Loading-Tabellen korrekt vom Empfänger zum Sender übertragen werden. Wenn dies nicht der Fall ist, können gravierende Störungen auftreten. Durch die Anwendung des Bit-loading-Signalisierungsschemas wird die Übertragung adaptiv modulierter Datenpakete überhaupt ermöglicht, welche durch die adaptive Modulation gegenüber Paketfehler weniger anfällig ist.

Besonders vorteilhaft lässt sich die vorgeschlagene Lösung auf ein CSMA/CA-Schema (Collision Avoidance) mit dezentralem Zugriff anwenden, bei dem die RTS-Signale (Ready to Send), CTS-Signale (Clear to Send) und NAV (Network Allocation Vector) zur Reservierung des gemeinsamen Mediums für die Datenübertragung und gegebenenfalls auch die Bestätigungsnachricht ACK (Acknowledge) zur Bestätigung des Datenempfangs verwendet werden. Damit kann auf grundlegendem Niveau adaptive Modulation für ein OFDM-System (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) oder ein MC/CDMA-System (Multi Carrier Code Division Multiple Access), die auf dem CSMA/CA-Zugriff basieren, angewandt werden.

Wie bereits angedeutet, lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren sehr vorteilhaft für IEEE 802.11 standardisierte Systeme verwenden. Dabei können Piloten zur Berechnung von Bit-Loading-Tabellen in dem RTS-Signal für dezentralen Zugriff gesendet werden. Des Weiteren ist es zweckmäßig, dass der Sender in dem RTS-Signal beim Empfänger anfragt, ob er zu adaptiver Modulation und gegebenenfalls zur Durchführung zusätzlicher Funktionen im Rahmen der physikalischen Schicht, den sogenannten PHY extensions, in der Lage ist.

In ähnlicher Weise ist es vorteilhaft, wenn der Empfänger beim Sender in dem CTS-Signal nach der Durchführbarkeit von adaptiver Modulation und gegebenenfalls weiteren PHY extensions nachfragt. Gleichzeitig kann der Empfänger die aufgrund der Piloten berechnete Zuordnungstabelle beziehungsweise Bit-Loading-Tabelle in dem CTS-Signal an den Sender schicken.

Für bi-direktionalen Datenverkehr mittels adaptive Modulation von zwei Kommunikationsendgeräten ist besonders herauszustellen, dass jedes Endgerät sowohl Sender als auch Empfänger sein kann. Im Rahmen des IEEE 802.11a-Standards scheint es sinnvoll, die Bit-Loading-Tabelle mit Hilfe von drei OFDM-Datensymbolen, welche jeweils aus 24 Datenbits bestehen, zu übertragen.

Eine Bestätigung der Verwendung einer spezifischen PHY extension kann in dem CTS-Signal des Empfängers erfolgen.

5 Sowohl im Falle des zentralen als auch im Falle des dezentralen Zugriffs sollte die Datenübertragung mit einem festen Modulationsschema erfolgen, solange keine aktuelle Bit-Loading-Tabelle beim Sender beziehungsweise Empfänger vorliegt.

10 Beide Systeme, das System mit dem dezentralen und das System mit dem zentralen Zugriff, können zeitlich ineinander geschachtelt werden, so dass die jeweils spezifischen Komponenten parallel nebeneinander verwendet werden können.

15 Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

Figur 1 ein Signalisierungsschema eines DCF-Datenaustauschs  
(Distributed Coordination Function) gemäß dem Standard IEEE 802.11;  
20

Figur 2 die Datenpaketstruktur für den Datenaustausch nach Figur 1;

25 Figur 3 ein erfindungsgemäßes Datenaustauschschemata für Bit-Loading-Tabellen in Übertragungssystemen mit dezentralem Zugriff;

Figur 4 einen Ausschnitt aus dem Signalisierungsschema von Figur 3;  
30

Figur 5 ein erfindungsgemäßes Signalisierungsschema für Bit-Loading-Tabellen in einem Übertragungssystem mit zentralem Zugriff;

35 Figur 6 eine Variante des Signalisierungsschemas von Figur 5;



Figur 7 einen Datenpaketrahmen mit enthaltener Bit-Loading-Tabelle; und

5    Figur 8 die zeitliche Beziehung von Zeitintervallen, den sogenannten Interframe Spaces (IFS), zwischen den Datenblöcken und der Backoff-Prozedur bei zentralem und dezentralem Zugriffsverfahren.

10   Die nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

Das in Figur 3 dargestellte erfindungsgemäße Signalisierungsschema entspricht in den Grundzügen dem von Figur 1 und basiert damit auf dem Standard IEEE 802.11. Wie die dicken Pfeile in der Figur andeuten, wurde der Inhalt des jeweiligen Datenrahmens jedoch geändert. Für die Durchführung der adaptiven Modulation erfolgt in dem RTS-Signal des Senders eine Anfrage nach einer Bit-Loading-Tabelle des Empfängers. Der Empfänger wiederum integriert in seine CTS-Nachricht die Bit-Loading-Tabelle, die er anhand von Piloten des RTS-Signals berechnet hat. Die vom Sender in der CTS-Nachricht empfangene Bit-Loading-Tabelle wendet dieser zum Senden der Daten in dem Datenpaket "Data" an.

25   Durch die dünnen Pfeile in Figur 3 wird ein zweites Signalisierungsschema angedeutet. Demnach bittet der Empfänger in der CTS-Nachricht um eine Bit-Loading-Tabelle vom Sender. Dieser berechnet eine aktuelle Bit-Loading-Tabelle für den Vorwärtskanal anhand von Piloten aus dem CTS-Signal und integriert diese Bit-Loading-Tabelle in das an den Empfänger zu sendende Datenpaket "Data". Gleichzeitig werden die in dem Datenpaket "Data" zu übermittelnden Daten bereits gemäß der ermittelten Bit-Loading-Tabelle adaptiv moduliert.

35   Im zeitlichen Duplexbetrieb ist ein bestimmtes Endgerät jeweils entweder Sender oder Empfänger. In beiden obigen Fällen

(dicke und dünne Pfeile in Fig. 3) werden die notwendigen Sender- und Empfängerfunktionalität in beide kommunizierenden Endgeräte implementiert.

- 5 Ein Vergleich mit Figur 1 zeigt, dass die Warteperioden SIFS und DIFS unverändert sind.

10 In dem Signalisierungsschema von Figur 4 sind die wesentlichen erfindungsgemäßen Schritte für den dezentralen Zugriff in einem CSMA/CA-System zusammengefasst und ergänzt. So enthält das RTS-Datenpaket vom Sender eine Anfrage nach adaptiver Modulation und darüber hinaus gegebenenfalls eine Anfrage nach Verwendung spezifischer Erweiterungsfunktionen bezüglich der physikalischen Schicht (PHY extensions). Durch derartige  
15 PHY extensions lassen sich Übertragungsmodi definieren, die über die in dem HIPERLAN/2-Standard definierten "Physical-Layer-Modes" hinausgehen. Ein Beispiel hierfür wäre das bekannte "Space-Frequency-Block-Coding".

20 Derartige Erweiterungen der Physikalischen Schicht können mittels der Zuordnungstabelle der jeweiligen Gegenstelle d.h. Sender bzw. Empfänger bekannt gegeben werden und es kann eine spezifische Erweiterung zwischen den beiden Terminals ausgehandelt werden, die dann während der Datenübertragung angewendet wird. Dabei kann die Zuordnungstabelle eine sogenannte „Bitloading table“ enthalten, die für die Adaptive Modulation Anwendung findet. Das „Aushandeln“ erfolgt im Wesentlichen in drei Schritten: Im ersten Schritt gibt das erste Terminal bekannt, welche Erweiterungen es unterstützt. Im zweiten  
25 Schritt gibt das zweite Terminal bekannt, welche Erweiterungen es unterstützt. Im dritten Schritt entscheidet sich das erste Terminal für eine oder mehrere gemeinsam unterstützte Erweiterungen, die für die anschließende Übertragung angewendet werden.

35

Gemäß Figur 4 enthält das CTS-Datenpaket des Empfängers die Bit-Loading-Tabelle. Darüber hinaus enthält es eine Bestäti-

gungsinformation über die Verwendung einer spezifischen PHY-Erweiterung (PHY extension).

Das Datenpaket "Data" des Senders enthält die eigentlichen zu  
5 übertragenden Daten. Diese sind entsprechend der vom Empfänger erhaltenen Bit-Loading-Tabelle adaptiv moduliert. Zur Übertragung dieser Daten wird ein Übertragungsmodus mit der spezifischen PHY-Erweiterung gewählt.

10 Nach einer gewissen Wartezeit sendet der Empfänger das Bestätigungs-Datenpaket ACK, das Bestätigungsinformation über den korrekten oder unkorrekten Empfang des Datenpakets "Data" enthält.

15 Figur 5 zeigt eine PCF-Datenübermittlung gemäß dem Standard IEEE 802.11, bei dem der Zugriff auf das Datennetz zentral koordiniert wird. Ein Übermittlungsintervall in diesem System wird als "Contention-Free Repetition Intervall" bezeichnet. Dieses Intervall besteht aus einer wettbewerbsfreien Periode  
20 (Contention-Free Period) und einer Periode (Contention Period), bei der hinsichtlich des Zugriffs einzelner Teilnehmer auf das Datennetz Wettbewerb stattfindet. In der wettbewerbsfreien Periode wird der Zugriff zentral geregelt, während in der Periode mit Wettbewerb der Zugriff dezentral koordiniert  
25 wird.

- Nach einer Wartezeit\_PIFS (PCF Interframe Space) beginnt die Übermittlung durch ein Startsignal (Beacon) des Masters, der den Zugriff einer Gruppe von Teilnehmern auf das Datennetz  
30 zentral koordiniert. Dabei wird im zentral koordinierten Betriebsmodus eine Datenübertragung vom Master zu den Teilnehmern als Downlink (DL) und eine Datenübertragung von den Teilnehmern zum Master als Uplink (UL) bezeichnet. Nach einer kurzen Wartezeit SIFS sendet der Master an einen User X gemäß  
35 Fig. 5 Daten in einer Verbindung D1, wobei das „D“ von „D1“ den Downlink und „1“ die Verbindung 1 zu User X kennzeichnet, mit einer polling-Anfrage, mit der der User X aufgefordert

wird, Daten zu senden, sofern er dies wünscht. Nach ebenfalls einer kurzen Wartezeit SIFS sendet der User X seine Daten im Uplink U1, wobei das „U“ von „U1“ den Uplink und „1“ die Verbindung 1 von User X kennzeichnet, mit einer Bestätigungsnachricht ack an den Master. Wiederum nach einer kurzen Wartezeit SIFS sendet der Master an einen User Y Daten in der Verbindung D2 mit einer polling-Nachricht für User Y. Gleichzeitig sendet der Master mit dieser Nachricht eine Bestätigung ack für User X, dass er die Daten in der Verbindung U1 korrekt empfangen hat. Anschließend erhält der Master vom User Y Daten in der Verbindung U2 mit einer Bestätigung ack, dass die Daten in der Verbindung D2 beim User Y richtig angekommen sind.

15 Anschließend spricht der Master mit Daten in der Verbindung D3 einen User Z an, der nicht antwortet, und daraufhin einen User Z mit Daten in der Verbindung D4 sowie einer polling-Anfrage, wobei der Master keine Bestätigung ack an den User Z zu senden braucht, da dieser nicht geantwortet hat. Danach

20 sendet der User W Daten in der Verbindung U4 mit einer Bestätigung ack, dass er die Daten in der Verbindung D4 vom Master korrekt empfangen hat. Dieser beispielhafte Datenaustausch in der wettbewerbsfreien Periode ändert mit dem Abschlusssignal CF-End des Masters. Daran anschließend findet die Contention

25 Period statt, in der der Zugriff auf das Datennetz von jedem Teilnehmer selbst koordiniert, vorzugsweise im dezentral koordinierten DCF-Betriebsmodus, wird.

Die wettbewerbsfreie Zeit (Contention-Free Period) wird durch

30 einen Vector NAV (Network Allocation Vector) gekennzeichnet. Während dieser Zeit beginnt keine der Stationen beziehungsweise keiner der Teilnehmer eine Übertragung auf dem Medium. Am Ende der wettbewerbsfreien Zeit wird der NAV-Vector zurückgesetzt (Reset NAV). Nach einer kurzen Verweildauer nach

35 dem Rücksetzen endet die wettbewerbsfreie Zeit faktisch, so dass sich eine maximale wettbewerbsfreie Zeit CF\_Max\_Duration ergibt.

Dieses Datenübermittlungsschema wird erfindungsgemäß weiter-  
verwendet, wobei die einzelnen Datenblöcke im Hinblick auf  
adaptive Modulation ergänzt werden. Die Signalisierung der  
5 für die adaptive Modulation notwendigen Bit-Loading-Tabellen  
ist in Figur 5 durch die dünnen Pfeile auf die jeweiligen Da-  
tenblöcke angedeutet. So findet bei jeder Datenübermittlung  
vom Master zu einem der User eine Anfrage nach adaptiv modu-  
lierten User-Daten statt. Diese Anfrage beinhaltet neben der  
10 impliziten oder expliziten Frage, ob die angesprochene Stati-  
on zur adaptiven Modulation in der Lage ist, auch die Nach-  
frage nach einer konkret anzuwendenden Bit-Loading-Tabelle.  
Jeder angesprochene User sendet in seinem Datenpaket in den  
Verbindungen U1, U2 oder U4 jeweils die von ihm berechnete  
15 Bit-Loading-Tabelle und wendet diese bereits auf die jeweils  
zu übertragenden Daten in den Verbindungen U1, U2 und U4 an.

In dem Schaubild von Figur 5 wurde jeder der Teilnehmer (User  
X, User Y, User Z und User W) in der wettbewerbsfreien Zeit  
20 jeweils nur einmal vom Master angesprochen beziehungsweise  
gepollt. Damit sendet der Master seine Daten in den Verbin-  
dungen D1, D2, D3 und D4 mit fixer Modulation an die jeweili-  
gen Teilnehmer. Falls jedoch ein Teilnehmer beziehungsweise  
User in einer wettbewerbsfreien Periode mehrfach von dem Mas-  
25 ter angesprochen wird und an den Master eine aktuelle Bit-  
Loading-Tabelle geschickt hat, so kann der Master ab der  
-zweiten Übertragung an den gleichen Teilnehmer die aktuelle  
Bit-Loading-Tabelle zur adaptiven Modulation anstelle der fi-  
xen Modulation verwenden.

30

Ein derartiges CSMA-Schema mit adaptiver Modulation ist in  
Figur 6 dargestellt. In einem Zeitintervall T0 gibt der Sen-  
der beziehungsweise Master das Startsignal (Beacon) für die  
wettbewerbsfreie Periode (Contention-Free Period). Diese Pe-  
35 riode endet mit dem Signal CF-End im Zeitintervall T6. Im  
Zeitintervall T1 überträgt der Master (Sender) in der Verbin-  
dung D1 Daten Data 1 an einen bestimmten Teilnehmer (Empfän-

ger), den er mit der Polling-Nachricht poll anspricht. Gleichzeitig bittet der Master (Sender) um die Bit-Loading-Tabelle. Im Zeitintervall T2 wird die Bit-Loading-Tabelle vom Teilnehmer (Empfänger) zum Master (Sender) übermittelt, und  
5 es wird immer noch feste Modulation zur Übertragung der Daten Data 1 vom Teilnehmer (Empfänger) zum Master (Sender) verwendet. Dabei unterscheiden sich in der Regel die Daten Data 1 des Masters in der Verbindung D1 von den Daten Data 1 des Teilnehmers in der Verbindung U1. Mit der Bestätigungsinformation ack bestätigt der Teilnehmer (Empfänger) den Empfang  
10 der Daten Data 1 vom Master (Sender). Darüber hinaus bittet der Teilnehmer (Empfänger) um die Bit-Loading-Tabelle vom Master (Sender). Im Zeitintervall T3 übermittelt der Master (Sender) weitere Daten Data 2 unter Verwendung der im Zeitintervall T2 empfangenen Bit-Loading-Tabelle. Ferner übermit-  
15 telt er die angefragte Bit-Loading-Tabelle an den Teilnehmer (Empfänger). Im Zeitintervall T4 sendet der Teilnehmer (Empfänger) seine Daten Data 2 unter Verwendung der im Zeitintervall T3 empfangenen Bit-Loading-Tabelle an den Master (Sender).  
20 der)...

Bei diesem Signalisierungsschema kann eine aktualisierte Bit-Loading-Tabelle entweder nur auf Anfrage oder bei jeder Datenübermittlung übertragen werden.

25  
Figur 7 zeigt den Aufbau eines PLCP-Datenrahmens wie er innerhalb eines IEEE 802.11a spezifizierten OFDM-Systems verwendet werden kann. Dieser Datenrahmen wird als PPDU (PLCP Protocol Data Unit) bezeichnet, die auf dem PLCP-Protocol  
30 (Physical Layer Convergence Protocol) basiert. Die PPDU besitzt eine PLCP-Präambel mit zwölf Symbolen. Daran anschließend befindet sich ein einsymboliger Datenteil SIGNAL bestehend aus einer Datenrate RATE, einem reservierten Bit, einer Längenangabe, einem Paritätsbit und einem sogenannten Tail.

35  
Erfindungsgemäß werden die anschließenden drei OFDM-Symbole, bestehend aus jeweils 24 Bits, für die adaptive Modulation

beziehungsweise die Erweiterung der physikalischen Schicht (PHY extension) verwendet. Die drei Symbole setzen sich zusammen aus einem Header mit zwei Bits, der Bit-Loading-Information mit 48 Bits, einem zyklischen Redundanzcode CRC mit 16 Bits und einem Tail mit 16 Bits.

Anschließend an die drei Symbole für die adaptive Modulation befinden sich die eigentlichen, zu übertragenden Daten Data, die eine variable Länge mit unterschiedlich vielen OFDM-Symbolen besitzen. Der Data-Teil besitzt die bekannte Struktur mit zwölf Service-Bits, der PLCP-Service-Dateneinheit PSDU, dem Tail mit sechs Bits und einigen Pad-Bits.

Die Bestandteile der PPDU, die mit "SIGNAL", "PHY extension" und "Data" bezeichnet sind, werden mit kodiertem OFDM, im vorliegenden Fall BPSK, 1/2, übertragen. Die Rate für den Data-Teil wird in dem SIGNAL-Teil übertragen.

Somit lässt sich die adaptive Modulation einer PPDU durch Einfügen und Verwenden von nur drei OFDM-Symbolen, die einen Zeitbedarf von zwölf  $\mu$ s haben, in eine CTS-Nachricht gemäß der IEEE 802.11a-Spezifikation realisieren. Dabei kann das reservierte Bit oder das RATE-Feld das Feld für die adaptive Modulation (PHY extension Field) andeuten.

Figur 8 zeigt schließlich, dass die Backoff-Prozedur zur Vermeidung von Kollisionen, wie dies bereits in Figur 1 angedeutet ist, unverändert bleibt. Insbesondere bleiben alle DIFS-, PIFS- und SIFS-Zeitintervalle auch für die adaptive Modulation unverändert. So wird auch hier nach der Verschiebung des Zugriffs während der wettbewerbsfreien Zeit in dem Wettbewerbsfenster (Contention Window) ein entsprechender Slot gewählt und der Backoff solange dekrementiert, solange das Medium untätig ist.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Senden von Datensignalen in einem Kommunikationssystem mit dezentral organisiertem Zugriff auf das Übertragungsmedium unter Verwendung mehrerer Übertragungsmodi, durch

Senden mindestens eines Pilotsignals vom Sender zum Empfänger,

Berechnen einer Zuordnungstabelle bezüglich der Übertragungsmodi anhand der empfangenen Pilotsignale durch den Empfänger,

Senden der Zuordnungstabelle vom Empfänger an den Sender und

Senden der Datensignale (Data) unter Anwenden eines der Übertragungsmodi gemäß der Zuordnungstabelle vom Sender zum Empfänger oder vom Empfänger zum Sender.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dessen Grundlagen nach IEEE 802.11 spezifiziert sind.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Pilotsignale in einer RTS-Nachricht übertragen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Zuordnungstabelle eine Bitloading-Tabelle für adaptive Modulation und/oder Erweiterungsdaten für Erweiterungen der physikalischen Schicht, die über den Standard IEEE 802.11a oder andere Standards der physikalischen Schicht hinausreichen, umfasst.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei eine Anfrage vom Sender nach adaptiver Modulation und/oder nach Erweiterungen der physikalischen Schicht, die über



den Standard IEEE 802.11a hinausreichen, in einer RTS-Nachricht erfolgt.

- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei eine Anfrage und/oder Bestätigung von dem Empfänger bezüglich adaptiver Modulation und/oder Erweiterungen der physikalischen Schicht, die über den Standard IEEE 802.11a hinausgehen, in einer CTS-Nachricht übertragen werden .
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei die Zuordnungstabelle des Empfängers in einer CTS-Nachricht übertragen wird.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei ein Kommunikationsendgerät sowohl Sende- als auch Empfängerfunktionalität beinhaltet und eine Zuordnungstabelle entweder vom Empfänger an den Sender oder umgekehrt übertragen wird.
- 20 9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Zuordnungstabelle in dem Datenübermittlungspaket (Data) angewendet wird.
- 25 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9, wobei zur Übertragung der Zuordnungstabelle mindestens ein Datensymbol, vorzugsweise drei Datensymbolen bestehend aus jeweils 24\_Bits, verwendet werden.
- 30 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 10, wobei die Verwendung einer spezifischen Erweiterung der physikalischen Schicht, die über den Standard IEEE 802.11a hinausgeht, in einer CTS-Nachricht bestätigt wird.
- 35 12. Verfahren zum Senden von Datensignalen in einem Kommunikationssystem mit zentral organisiertem Zugriff auf das Übertragungsmedium unter Verwendung mehrerer Übertragungsmodi, durch

Senden mindestens eines Pilotsignals vom Sender zum Empfänger,

5 Berechnen einer Zuordnungstabelle bezüglich der Übertragungsmodi anhand der empfangenen Pilotsignale durch den Empfänger,

10 Senden der Zuordnungstabelle vom Empfänger an den Sender und

15 Senden der Datensignale unter Anwenden der in der Zuordnungstabelle übermittelten Übertragungsmodi gemäß der Zuordnungstabelle vom Empfänger zum Sender.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei zu sendende Daten mit einem festen Modulationsschema moduliert werden, solange keine Zuordnungstabelle bezüglich der Übertragungsmodi vorliegt.

20 14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, wobei die Zuordnungstabelle eine Bitloading-Tabelle für adaptive Modulation und/oder Erweiterungsdaten für Erweiterungen der physikalischen Schicht, die über den Standard IEEE 802.11a oder andere Standards der physikalischen Schicht hinausreichen, umfasst.

25 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei das Kommunikationssystem ein Vielfachzugriffssystem und insbesondere ein CSMA-System, vorzugsweise nach dem IEEE802.11 Standard, ist.

30 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei die Übertragungsmodi zumindest teilweise aus einer adaptiven Modulation resultieren.

35

17. Verfahren zum Senden von Datensignalen, wobei ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 und ein Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16 zeitlich ineinander verschachtelt werden.

## Zusammenfassung

Adaptive Modulation und andere Erweiterungen der physikalischen Schicht in Mehrfachzugriffssystemen

5

In einem Kommunikationssystem, das insbesondere nach IEEE 802.11a standardisiert ist, soll der Datenaustausch verbessert werden. Hierzu wird vorgeschlagen, dass bei einem dezentral organisierten Zugriff auf das Übertragungsmedium, vorzugsweise einem IEEE 802.11 System mit einer Distributed Coordination Function (DCF), unter Verwendung mehrerer Übertragungsmodi Pilotsignale vom Sender zum Empfänger gesendet und anschließend eine Zuordnungstabelle bezüglich der Übertragungsmodi anhand der empfangenen Pilotsymbole durch den Empfänger berechnet werden. Vom Empfänger wird die Zuordnungstabelle zum Sender übermittelt, so dass der anschließende Datenaustausch auf der Basis dieser Zuordnungstabelle stattfinden kann. Bei zentral organisiertem Zugriff, vorzugsweise einem IEEE 802.11 System mit einer Point Coordination Function (PCF), erfolgt eine Verbesserung dadurch, dass bereits mit der Übermittlung einer Zuordnungstabelle die darauffolgenden Daten entsprechend adaptiv moduliert werden.

(Fig. 5)

25

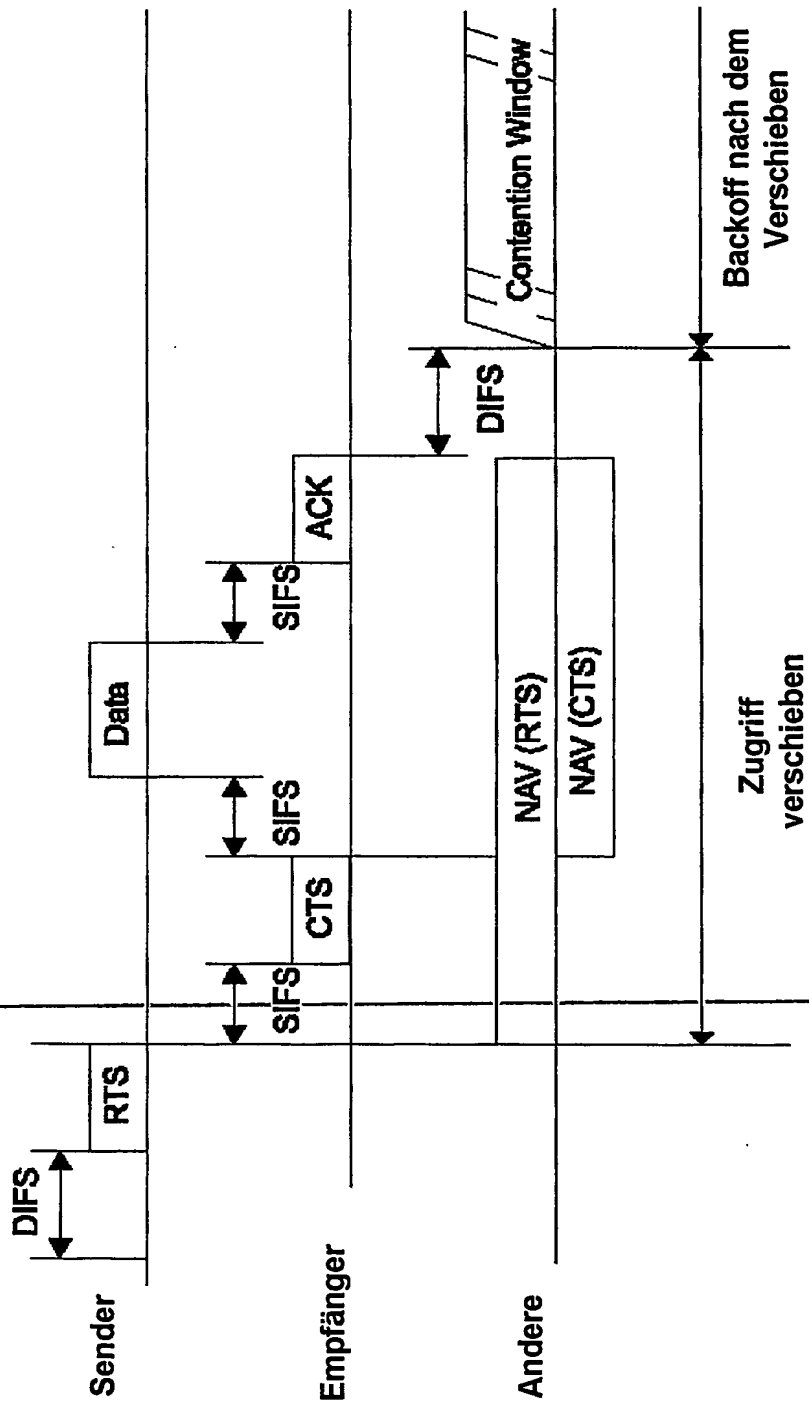


Fig. 1

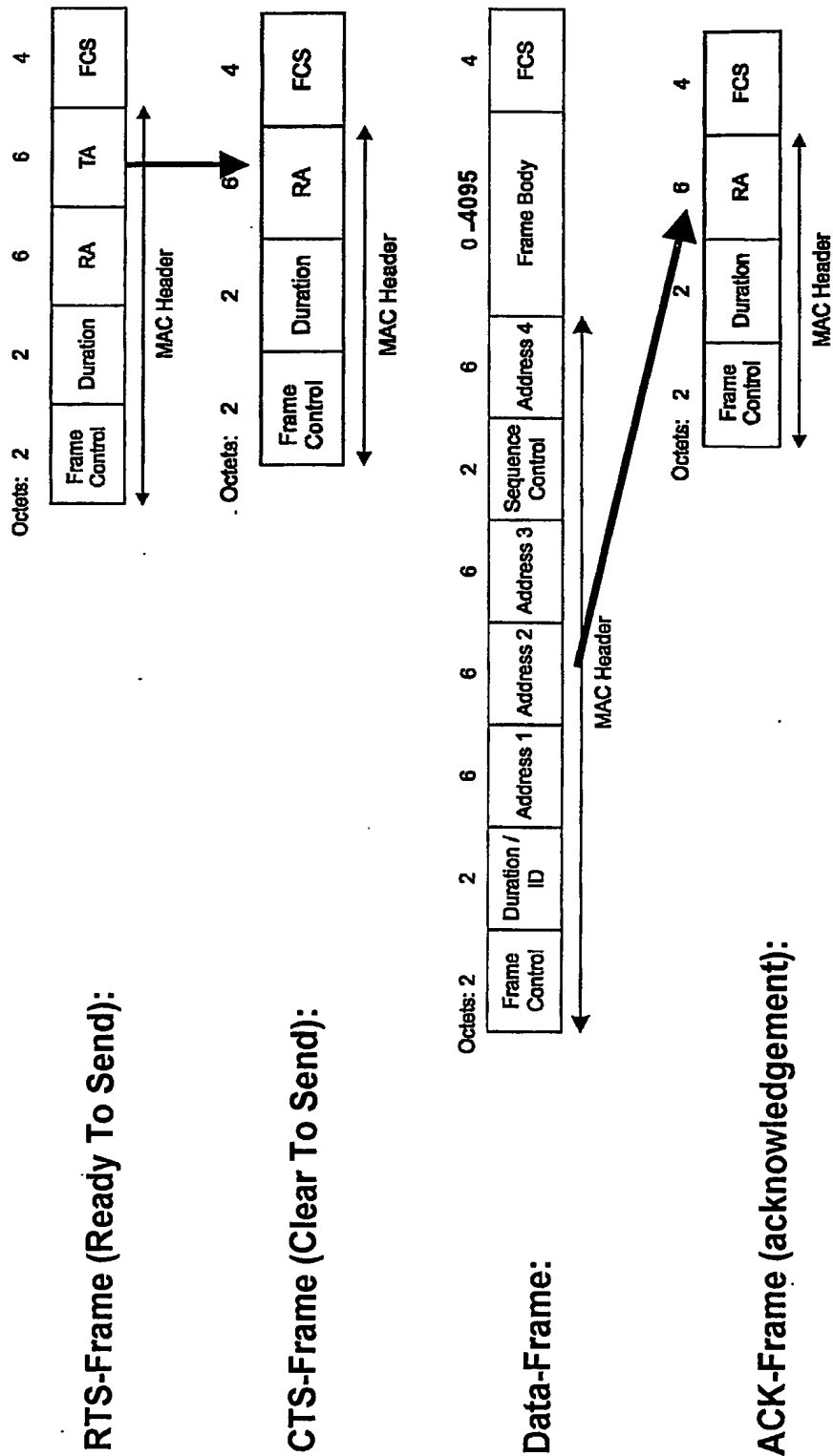


Fig. 2

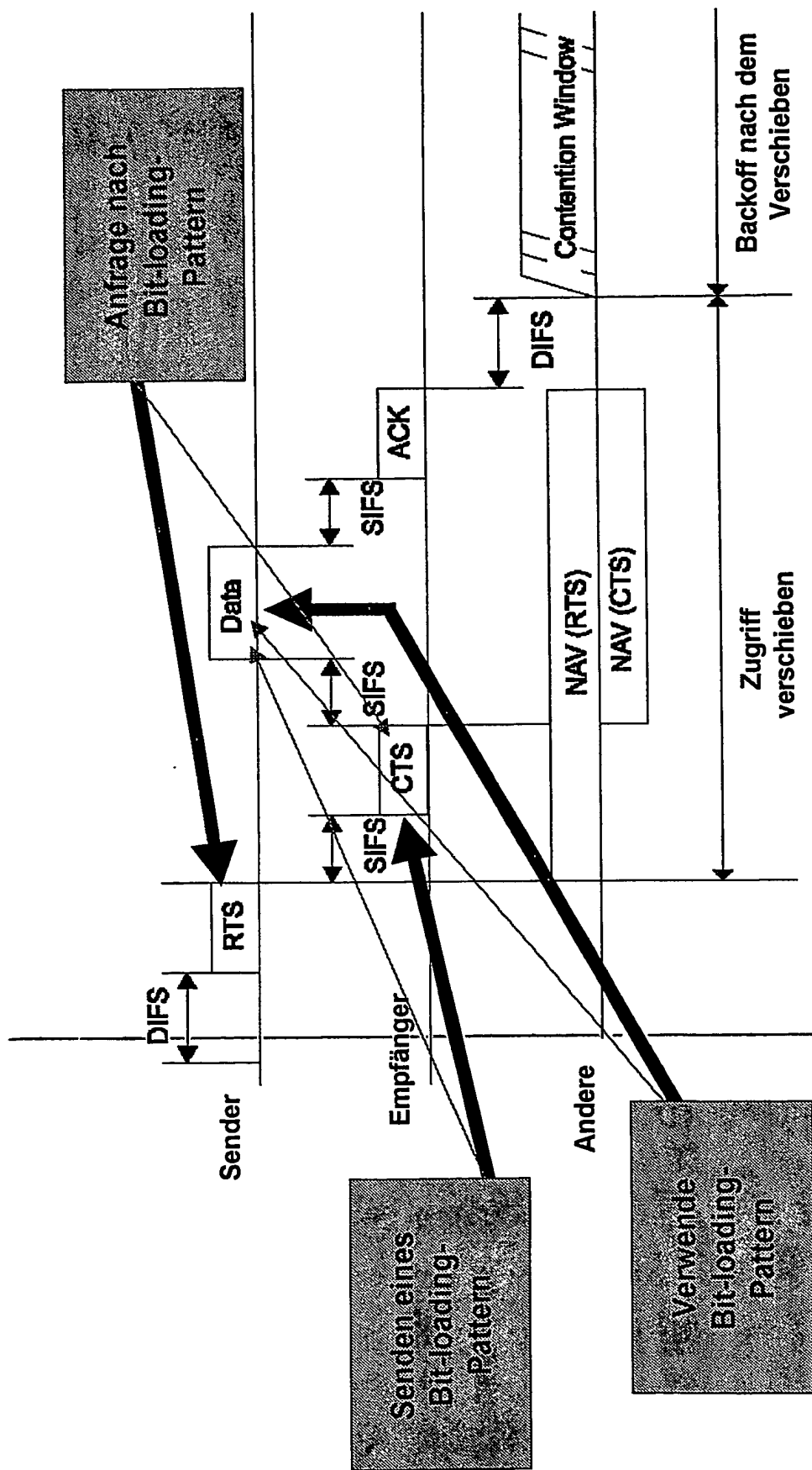


Fig. 3

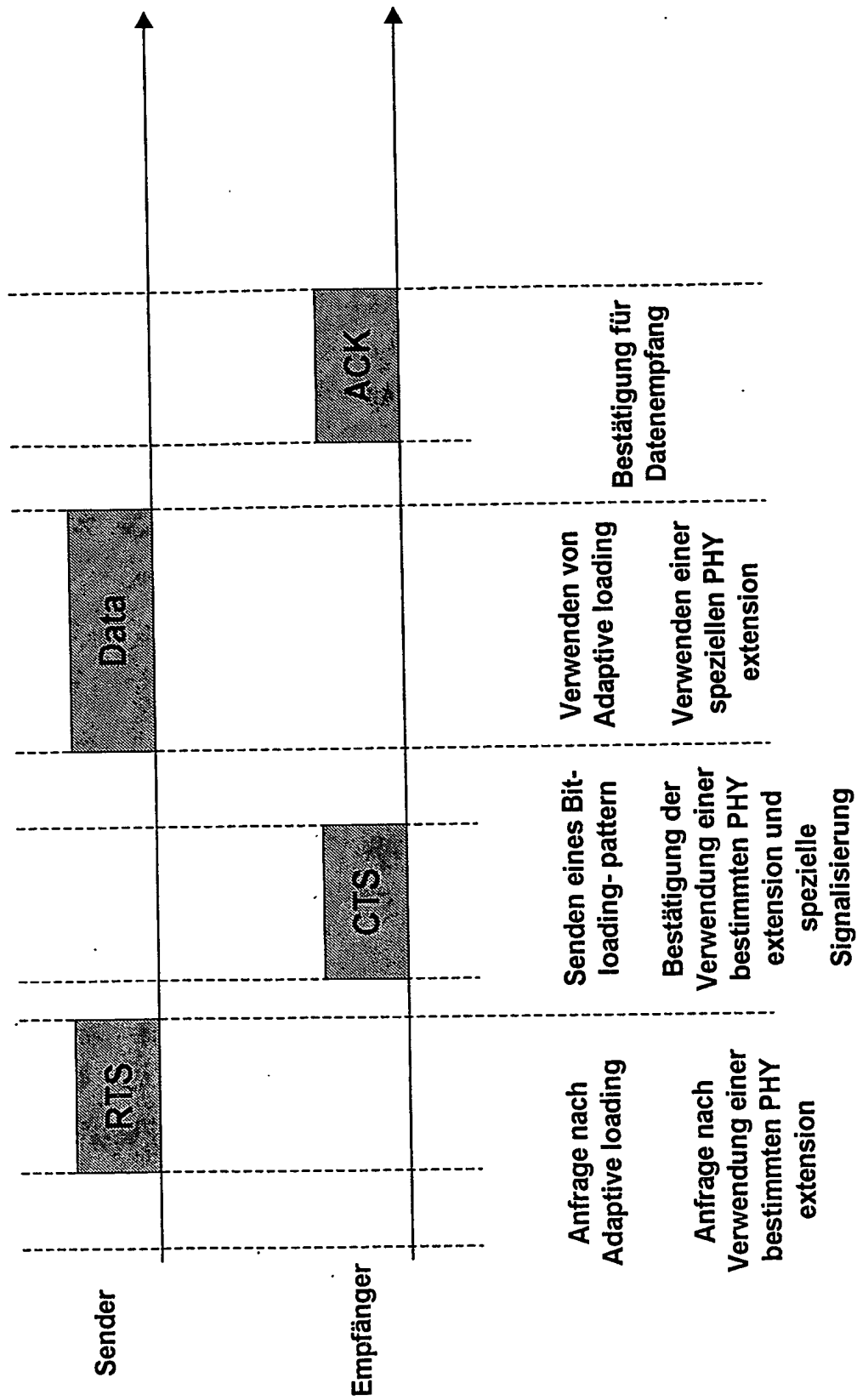


Fig. 4



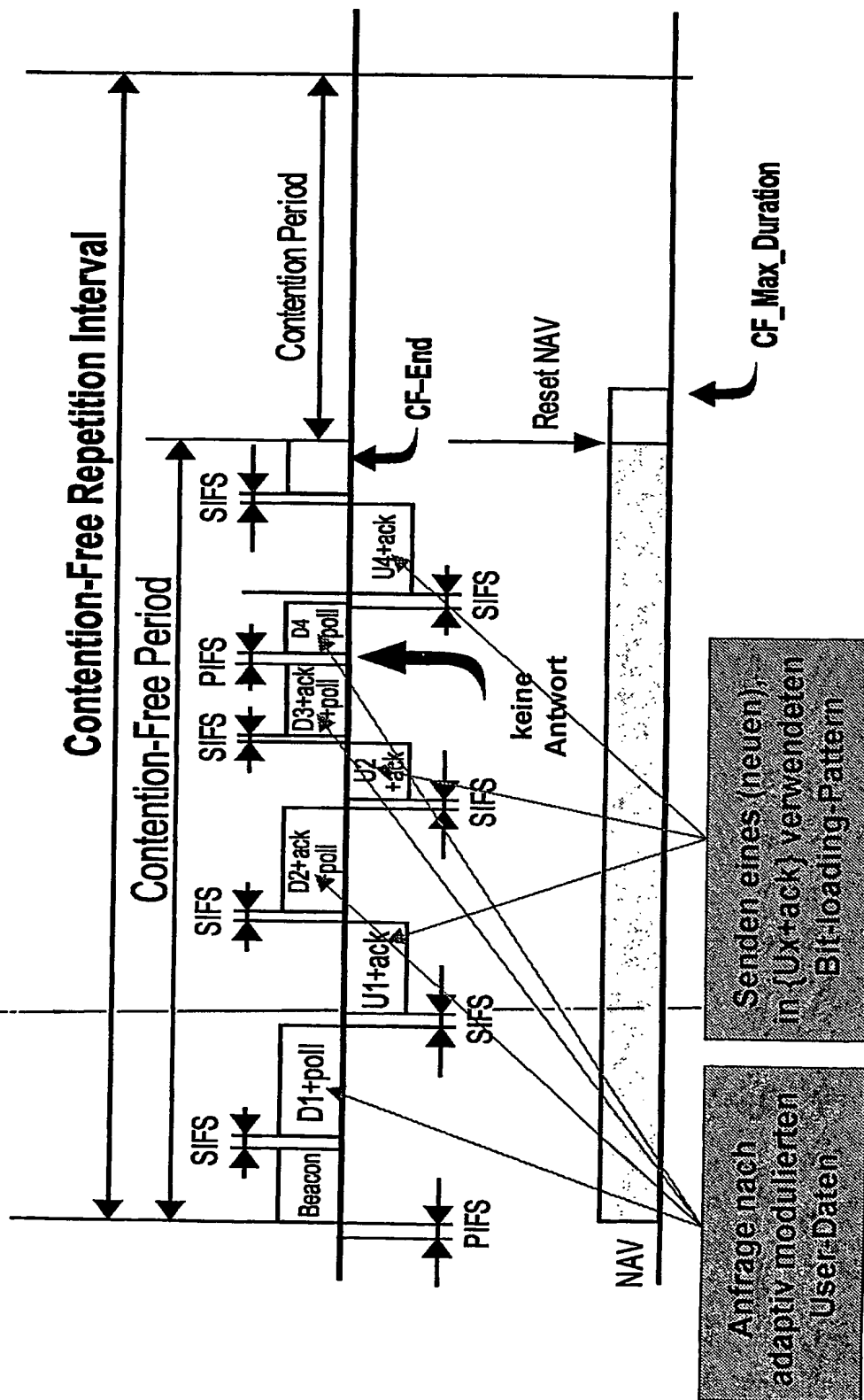


Fig. 5

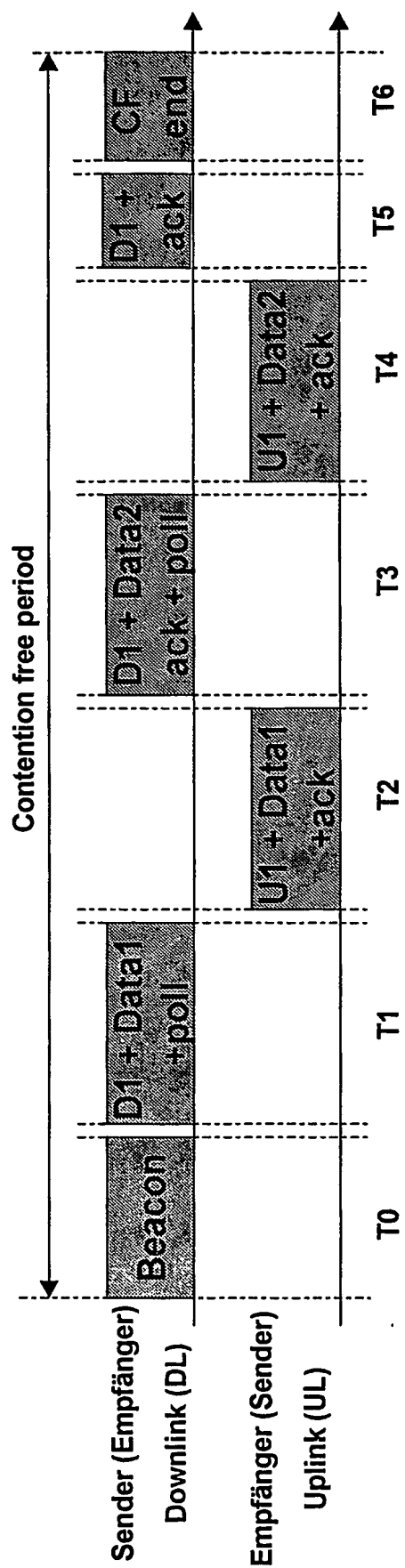


Fig. 6

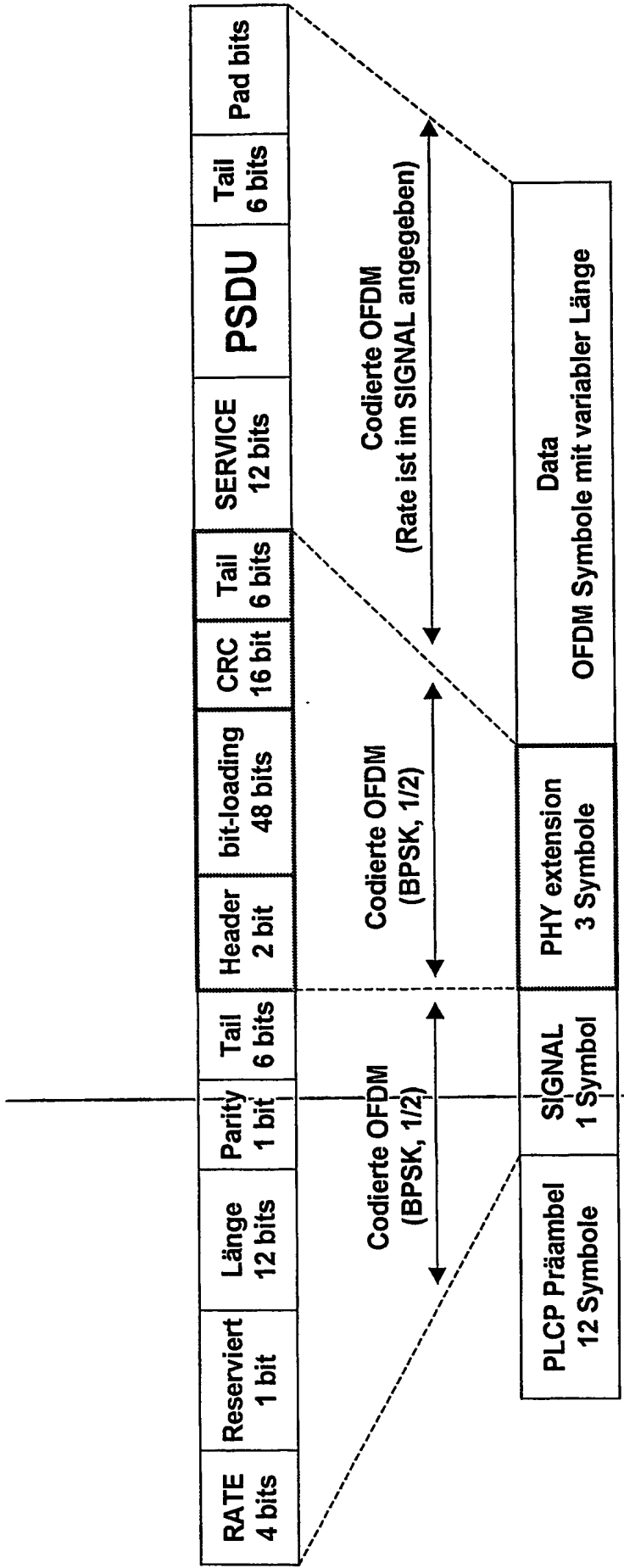


Fig. 7

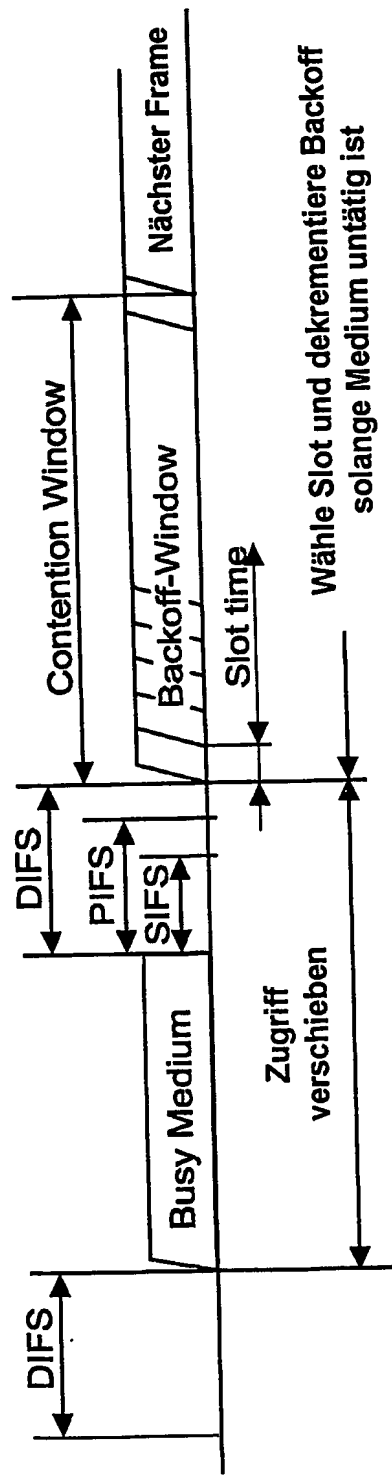


Fig. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**